

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04351200  
PUBLICATION DATE : 04-12-92

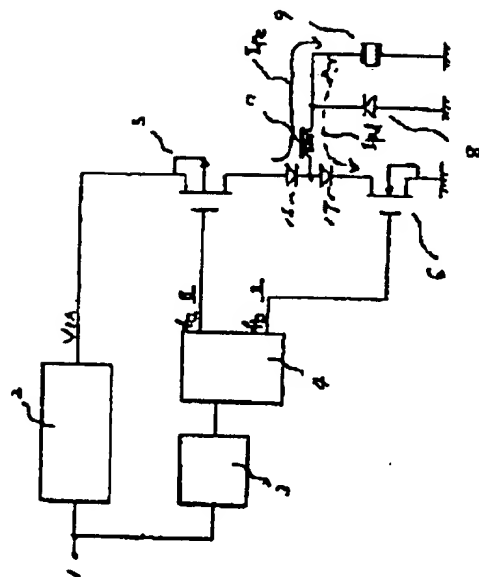
APPLICATION DATE : 29-05-91  
APPLICATION NUMBER : 03124237

APPLICANT : NEC KANSAI LTD;

INVENTOR : IWATA KOZO;

INT.CL. : H04R 17/10 B06B 1/06 H01L 41/09

TITLE : PIEZOELECTRIC CERAMIC  
ACTUATOR DRIVE CIRCUIT



ABSTRACT : PURPOSE: To realize the piezoelectric actuator drive circuit for repetitive operation with high efficiency.

CONSTITUTION: A reactor 7 is connected in series with a ceramic actuator 9 and its inductance is set so that the resonance frequency of a series resonance circuit is higher than the drive frequency. Moreover, charge/discharge switching elements 5, 6 are interrupted when a current flowing to the ceramic actuator 9 is zero and a diode 8 is connected in parallel with the ceramic actuator 9 to clamp a negative voltage to zero. The energy consumption at charge/ discharge is halved by connecting a reactor 7 to the elements and the allowable current of the switching elements is reduced and the positive voltage is applied to the ceramic actuator 9 by connecting a diode to the elements, the efficient drive circuit is realized.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-351200

(43) 公開日 平成4年(1992)12月4日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 R 17/10	H	7350-5H		
B 0 6 B 1/06	A	8525-5H		
H 0 1 L 41/09		9274-4M	H 0 1 L 41/08	C

審査請求 未請求 請求項の数4(全5頁)

(21) 出願番号 特願平3-124237

(22) 出願日 平成3年(1991)5月29日

(71) 出願人 000156950

関西日本電気株式会社

滋賀県大津市晴嵐2丁目9番1号

(72) 発明者 後藤 芳宏

滋賀県大津市晴嵐2丁目9番1号関西日本  
電気株式会社内

(72) 発明者 岩田 孝造

滋賀県大津市晴嵐2丁目9番1号関西日本  
電気株式会社内

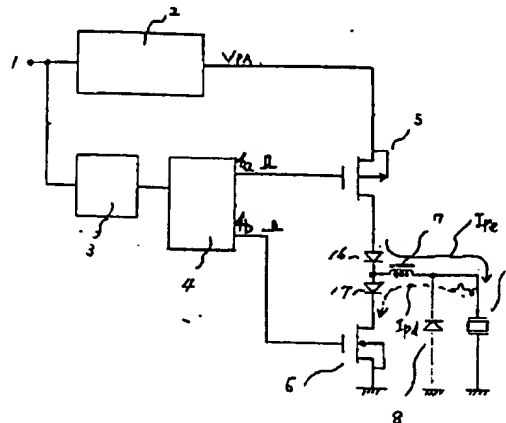
(54) 【発明の名称】 圧電セラミックアクチュエータ駆動回路

(57) 【要約】

【目的】 効率の良い繰り返し動作圧電アクチュエータ駆動回路を実現する。

【構成】 圧電セラミックアクチュエータ9に直列にリアクトル7を接続し、そのインダクタンスを直列共振回路共振周波数が駆動周波数よりも高くなるよう設定する。また、充放電スイッチング素子5、6は、圧電セラミックアクチュエータ9に流れる電流が0となった時点で遮断するようにし、さらに圧電セラミックアクチュエータ9に並列にダイオード8を接続し、負極性電圧を0にクランプする。

【効果】 リアクトル7を接続することにより、充放電時の消費エネルギーを半減し、かつスイッチング素子の許容電流が小さくでき、ダイオードを接続することにより、正極性電圧を圧電セラミックアクチュエータ9に印加できるため、効率の良い駆動回路が実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源出力をスイッチング素子により駆動パルスに変換し、圧電セラミックアクチュエータを駆動する回路において、圧電セラミックアクチュエータにリアクトルを直列に接続し、前記リアクトルのインダクタンスを圧電セラミックアクチュエータの静電容量とリアクトルのインダクタンスによる直列共振周波数が駆動周波数よりも高くなるように設定したことを特徴とする圧電セラミックアクチュエータ駆動回路。

【請求項2】 請求項1に示す駆動回路において、圧電セラミックアクチュエータの充放電スイッチング素子を遮断するタイミングを、圧電セラミックアクチュエータに流れる電流が零になった時点とすることを特徴とする圧電セラミックアクチュエータ駆動回路。

【請求項3】 請求項1に示す駆動回路において、圧電セラミックアクチュエータに並列にダイオードを接続し、放電時に圧電セラミックアクチュエータに負極性電圧が印加されないよう電圧をクランプすることを特徴とする圧電セラミックアクチュエータ駆動回路。

【請求項4】 請求項1に示す駆動回路において、圧電セラミックアクチュエータの充電スイッチング素子がサイリスタで構成されることを特徴とする圧電セラミックアクチュエータ駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は圧電セラミックアクチュエータ等の容量性負荷を駆動する回路のうち、特に繰り返し駆動するための駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電セラミックアクチュエータ（以下、圧電アクチュエータと略称する）は、電圧を印加するとセラミックの厚さ寸法が変化する圧電逆効果を利用したアクチュエータであり、印加電圧に応じて高速でかつ高精細な伸び量を制御することができるため、ガス流量弁の開閉、X-Yテーブルの位置制御、射出成形機の樹脂厚み調整、圧電式ドットプリンタヘッド等に使用されている。

【0003】 アクチュエータの動作としては、一定の伸び量を長時間保持する場合と、伸縮の繰り返し動作をさせる場合の2通りに大別される。前者の場合、動作の最初に充電電荷を供給すれば、その後の電荷供給はほとんど不要であり、直流電源回路が利用できる。一方、後者の場合、繰り返し動作時のアクチュエータの充放電回路を必要とする。

【0004】 アクチュエータの駆動回路としては、本出願人が先に出願した実開昭61-64619号に開示した図5(a)および図5(b)に示すスイッチング素子を用いた駆動回路が一般的である。これらの例においては、アクチュエータを充電するためのスイッチング素子5、11に制御信号を加えることで、アクチュエータ9

には電流11が流れて充電され、アクチュエータ9はその充電電荷量に応じた厚さ方向の歪を発生する。

【0005】 一方、アクチュエータの充電電荷を放電し、歪量を低減するためには、充電用スイッチング素子5、11を切り、代わって放電用スイッチング素子6、12に制御信号を加えることで、電流12を流して実現される。

【0006】 アクチュエータ9を繰り返し動作させる場合は、充放電用スイッチング素子5、11、6、12に制御信号を交互に繰り返し加えれば実現することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、図5(b)に示した駆動回路は、アクチュエータに印加する電圧を変化させ、機械的変位を連続的に可変する用途には適しているが、スイッチング素子5、6内部で消費される電力が大きいため、駆動電力の効率は低い。

【0008】 一方、図5(a)に示した駆動回路は、電流駆動が低入力インピーダンス動作で、印加電圧が一定であるが、放電によるエネルギー損失が大きい。

【0009】 また、いずれの駆動回路も、充放電時に多大な充放電電流が流れるため、許容電流の大きなスイッチング素子を使用する必要がある。さらに、放電時の電流を制限しスイッチング素子を保護するための放電抵抗10を接続していた。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記課題を解決するために提案するものである。本発明は圧電アクチュエータとリアクトルを直列に接続し、それからなる直列共振回路の共振周波数が駆動周波数よりも高くなるようにリアクトルのインダクタンスを設定したこと、また圧電アクチュエータの充放電スイッチング素子を遮断するタイミングを、圧電アクチュエータに流れる電流が零になった時点とすること、さらに圧電アクチュエータに並列にダイオードを接続し放電時に圧電アクチュエータに負極性電圧が印加されないよう印加電圧を既略零ボルトにクランプすることを特徴とする。

【0011】

【作用】 上記の構成によると、圧電アクチュエータの静電容量をC、充電電圧をVcとすれば、圧電アクチュエータ充電時に電源から供給されるエネルギーは、リアクトルを使用しない場合、 $P1 = CVc^2$  であるのに対し、リアクトル使用の場合、 $P2 = 1/2 CVc^2$  にでき、計算上半分のエネルギーを供給すればよい。さらに、充放電時に充放電回路に流れる最大電流Ipc、Ipdは、スイッチング素子のインピーダンスをZswとすれば、リアクトルを使用しない場合  $I_p = Vc / Z_{sw}$  であるのに対し、リアクトル使用の場合、

【式1】 になる。Zswは一般的に小さいため、リアクトルを使用しない場合、スイッチング素子を流れる電流

が非常に大きくなるが、リアクトルを使用することによりスイッチング素子を流れる最大電流値を低くすることができるので、許容電流の小さいスイッチング素子を使用することができる。

【0012】一方、上記構成において、負極性の電圧が印加されてしまう。圧電アクチュエータの印加電圧-変位特性を図3に示す。

【0013】図3は、圧電アクチュエータの端子間に、0ボルト→正極性電圧→0ボルト→負極性電圧→0ボルト→正極性電圧の順に電圧を印加した場合の、印加電圧-変位特性を示している。

【0014】未分極の圧電アクチュエータは、印加電圧を0ボルトから上げていくと抗電界までは変位しない(図3①)。抗電界以上の電圧を印加すると、②のような電圧-変位特性を示す。次に電圧を最高値から下げていくと③のような特性を示し、さらに負極性電圧を印加すると④→⑤のような特性を示す。このように、圧電アクチュエータに正負両極性電圧を印加して動作させると、電圧-変位特性に変曲点が生じ、動作を制御する上で不都合である。圧電アクチュエータの一般的な電圧印加方法は、片極性電圧を印加するものがほとんどであり、その場合の電圧-変位特性は図3で、③→④→⑤のようになり、印加電圧により変位量を制御しやすい。

【0015】そこで、本発明では前記構成において圧電アクチュエータに並列にダイオードを接続し、放電時に圧電アクチュエータに加わる負極性電圧を0ボルトにクランプすることで、上記の問題が解決される。また、ダイオードを接続した場合でも、充電時の電圧-変位特性は、ダイオードなしの場合と全く同一に正常に動作する。

【0016】

【実施例】以下、この発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の実施例である駆動回路のブロック図、図2は出力電圧、出力電流のタイミングチャート図である。図1は電源端子1と、電源端子1の入力電圧を圧電アクチュエータ9が必要とする動作電圧に変換するDC-DCコンバータ2、圧電アクチュエータ9の繰り返し周波数を決定する発振回路3、圧電アクチュエータ9の充放電時間をコントロールするタイミング制御回路4、タイミング制御回路4からの制御信号によってON、OFFを交互に繰り返す充電スイッチング素子5、放電スイッチング素子6と圧電アクチュエータ9に直列に接続されたリアクトル7および並列に接続されたダイオード8から構成される。16、17は逆流防止用ダイオードである。

【0017】次に、この回路の動作原理を、図1と図2のタイミングチャートとを参照して詳述する。なお、図2において、4aおよび4bは充電スイッチング素子5、放電スイッチング素子6を制御する信号であり、上レベルはON、下レベルはOFFであり、図2(a)

(b)に示すT1、T2のタイミングになっている。

【0018】今、仮に図2に示す時刻T0のタイミングであったとすると、図1で充電スイッチング素子5はONとなるので、DC-DCコンバータ2-充電スイッチング素子5-リアクトル7-圧電アクチュエータ9-GNDの回路が構成され、圧電アクチュエータ9の端子電圧9tは図2(c)に示す電圧値まで充電される。このとき、圧電アクチュエータ9に流れる電流は、図2(e)に示すIpcのようになる。次に、圧電アクチュエータ9の電流が負になろうとすると、ダイオード16により阻止され、結果的に時刻T1で、充電スイッチング素子5をOFFすることになり、圧電アクチュエータ9とDC-DCコンバータ2は切り離されるから、圧電アクチュエータ9の端子電圧は図2(c)に示すように最高電圧を維持する。

【0019】次に、時刻T2のタイミングで放電スイッチング素子6をONすると、圧電アクチュエータ9-リアクトル7-放電スイッチング素子6-GNDの回路が構成され、圧電アクチュエータ9に充電されていた電荷は放電される。このとき、圧電アクチュエータ9に流れる電流は図2(e)に示すIpdのようになる。また、もしダイオード8が接続されていなければ、放電時に負極性電圧が発生する。その様子を図2(d)に示す。ダイオード8を図1のように圧電アクチュエータ9に並列に接続することにより、負極性電圧は既略0ボルトにクランプされて、圧電アクチュエータ9には負極性電圧が印加されない。よって圧電アクチュエータ9の変位-電圧特性は図3の0ボルト以上の印加電圧特性を示すことになり、特性が安定する。

【0020】

【実施例2】図4は本発明の第2実施例である駆動回路のブロック図である。この実施例は前記図1に示した第1の実施例の充電スイッチング素子5に代えて、サイリスタ13を用いた点を除いて第1の実施例と同様である。この実施例ではサイリスタ13の基本動作をPNPトランジスタ14とNPNトランジスタ15の組合せで実現している。次に、この駆動回路の動作を説明する。タイミング制御回路4からサイリスタ13にターンオン信号4t0が印加されると、サイリスタ13はターンオンし、DC-DCコンバータ2-サイリスタ13-リアクトル7-圧電アクチュエータ9-GNDの回路が構成される。

【0021】このとき、圧電アクチュエータ9に流れる電流は、図2(e)を参照するとIpcのようになるが、電流が最大値から減少しほぼ零になると同時に、サイリスタ13はその動作原理によりオフするため、圧電アクチュエータ9とDC-DCコンバータ2は切り離される。よって圧電アクチュエータ9の充電完了時点でタイミング制御回路4によりサイリスタ13をオフする必要がない。そのため、第2実施例の構成によれば、タイ

5

6

**[0 0 2 2]**

【図面の簡単な説明】

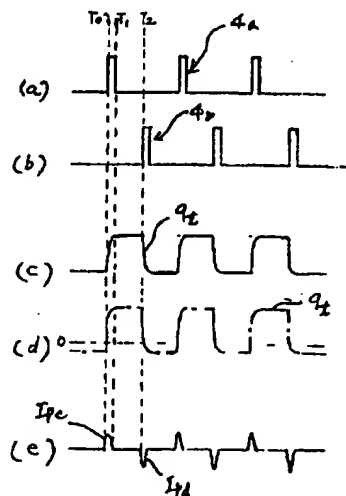
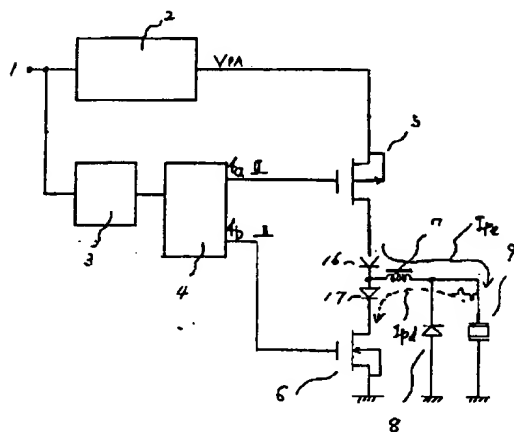
【図2】 駆動回路の出力電圧および圧電セラミックアクチュエータに流れる電流の時間的推移を示す波形図

【図5】 従来の一般的な駆動回路図

【符号の説明】

- 1 電源端子
- 2 DC-DCコンバータ
- 3 発振回路
- 4 タイミング制御回路
- 5 充電用スイッチ
- 6 放電用スイッチ
- 7 リアクトル
- 8 ダイオード
- 9 圧電セラミックアクチュエータ
- 10 放電抵抗
- 11 充電用増幅素子
- 12 放電用増幅素子
- 13 サイリスタ
- 14 PNPトランジスタ
- 15 NPNトランジスタ

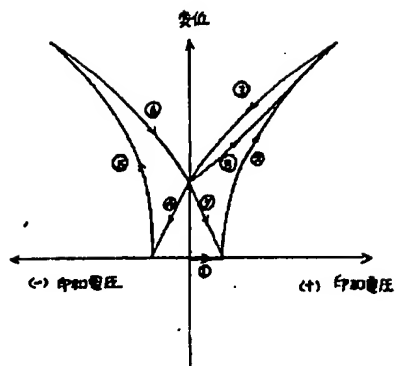
【图 2】



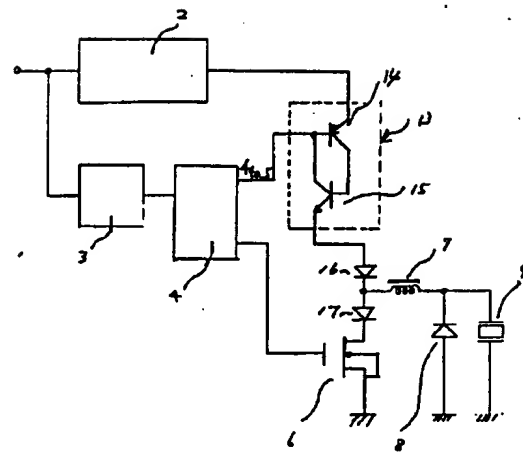
(5)

特開平4-351200

【図3】



【図4】



【図5】

